

Las tablas de Urano, cuidadosamente formadas varias veces, no daban á los pocos años cuenta exacta del planeta descubierto por Herschell. Sospechóse que algún otro planeta no conocido aún, introducía perturbaciones en la marcha de Urano; y, con tal sospecha, se emprendieron trabajos de mucho mérito, en Inglaterra por J. C. Adams, y en Francia por Leverrier, en que se calculaba, por las perturbaciones, el lugar donde debía hallarse el entonces sólo sospechado planeta perturbador. Adams terminó sus cálculos nueve meses antes que Leverrier; pero en Inglaterra no se hicieron en todo ese tiempo diligencias para buscar el astro, y la gloria del descubrimiento de Neptuno (que debería haber sido para Adams y para Inglaterra) resultó para Leverrier y para Francia, á consecuencia de las observaciones del doctor Galle.

Neptuno tiene un satélite que no se mueve cerca del plano de la eclíptica, pues forma con ella un ángulo de 35° casi: su revolución dura 5 días, 21 horas y 15 minutos.

## II.

Todos los planetas, pues, tenían un satélite ó varios, y solamente constituían una excepción Mercurio Venus y Marte.

Había dicho Voltaire, dejando correr libremente y sin freno á su imaginación, que el planeta MARTE sería un astro muy desairado careciendo de lunas, como las tienen Júpiter y Saturno; y que, por tanto, debían gravitar nada menos que dos satélites alrededor del desairado planeta.

Los astrónomos rieron de la ocurrencia volterriana, no fundada en ninguna inducción de orden ver-

daderamente científico. Pues en el mes de Agosto de 1877 la observación confirmó la ocurrencia humorística de Voltaire.

MARTE tenía dos lunas efectivamente.

El descubrimiento de las dos lunas de Marte, y la confirmación inmediata, se debe á los astrónomos de los Estados Unidos de la América del Norte; sin duda porque allí se encuentran los mejores anteojos de moderna construcción.

Asaph Hall, del Observatorio de Washington, descubrió la Luna exterior el 11 de Agosto de 1877, y el 17 vió á las dos. El inmediato día 18 fué confirmado su descubrimiento por varios astrónomos en el mismo Washington: y por Alvan Clarke en Cambridgeport, Massachusetts, y por Rickerling en Cambridge, en el mismo Massachusetts.

La luna exterior fué observada algún tiempo después en París por Paul y Prosper y también en Greenwich y en Parsonstown; pero solamente los astrónomos americanos gozaron el privilegio de ver las dos; porque estas lunas son cuerpos relativamente tan diminutos que sólo resultan accesibles á los amplificadores de mayor alcance.

Con toda probabilidad el diámetro de estos dos satélites no excede de diez y seis veces la distancia de la fuente de la Cibeles á la Puerta del Sol (un kilómetro). La Luna interior dista del planeta Marte 5 630 kilómetros, magnitud bastante menor que la distancia desde la superficie de la tierra al centro de nuestro globo. En efecto; el radio de una esfera de igual volumen que el correspondiente á nuestro elipsoide es de 6 370 kilómetros.

La luna exterior de Marte dista de él 19 300 kilómetros.



El satélite exterior da una vuelta completa alrededor de Marte en treinta horas y quince minutos, y el interior en menos de ocho; de modo que la luna interior sale y se pone dos veces en una noche Marcial, puesto que el día de Marte dura veinticuatro horas, treinta y nueve minutos y veinticinco segundos de los nuestros.

De lo dicho resulta que la luna interior, como que tiene una velocidad orbital tres veces mayor que la diurna de la superficie del planeta, parecerá á los habitantes de Marte,—si los hay,—que sale por Occidente y se pone por Oriente.

En la *Iliada* de Homero se llama á los caballos de Marte, DEIMÓS y PHOBO (Temor y Espanto): el señor Madan del colegio de Eton en Inglaterra, propuso que se aplicaran estos dos nombres á los satélites recientemente descubiertos; y, habiendo parecido bien la propuesta, los astrónomos llamaron Fobo á la luna interior y Dimo á la exterior.

Las dos Lunas se mueven casi en el plano del Ecuador Marcial.

Sólo, pues, quedan sin satélites Mercurio y Venus.

¿Deberemos decir que no los tienen porque no los hemos visto aún?

## PLANICIDAD Y REDONDEZ DE LA TIERRA.

La Geografía empieza por una época de tinieblas y de errores que ahora ni siquiera nos es dado comprender.

Homero, el admirable autor del más antiguo poema existente de los griegos, consideraba al mundo como un disco; chato; rodeado, cual el borde rodea al escudo, por el Río Océano, padre de todas las aguas, aunque de todas ellas diferente. La bóveda de los cielos se apoyaba en los bordes del gran disco: la parte superior de la Tierra era la morada de los hombres, y la inferior, el Tártaro, mansión de los castigados. Hellas, ó Grecia, por de contado ocupaba el centro del Universo.

Y aún no está claro que para Homero fuese la Tierra un disco circular. Quizá para él era más bien oblonga, ó acaso rectangular con los ángulos redondeados, como el escudo de la época, con un diámetro más corto que otro, pero no el de E. á O. sino el de N. á S. Los etíopes se hallaban á Oriente y Occidente; y aunque se habla de la tierra de Egipto, el Nilo no se menciona.



Ya en tiempos de Hesiodo (800 años antes de J. C. y como 400 después de la destrucción de Troya) los conocimientos geográficos se habían ensanchado: el Nilo se conoce por su nombre, y el Sur de Libia es ya la mansión de los etíopes. Pero todavía para Esquilo (525—456) (?) que á los lauros militares ganados de joven en Maratón y Salamina agregó de adulto (á los cuarenta y un años) los del primer triunfo en la escena, seguido de otros que le constituyeron en el padre de la tragedia griega, todavía para Esquilo el mundo está rodeado por el Océano, no ya río, sino mar. Hay tres continentes. El río Phasis separa á Asia de Europa, y el Estrecho de Hércules se interpone entre ésta y Libia. El N. y el S., el E. y el O. se distinguen; pero el mundo es todavía un disco cuyo centro se halla en Delfos.

Época entonces de tinieblas en geografía, no hay que extrañar ninguna clase de suposiciones.

Unos cuentan que Anaximandro (610—547) enseñaba que la tierra era un cilindro tres veces más alto que su diámetro, y otros dicen que él fué quien primero construyó un mapa geográfico, y enseñó que la Tierra era redonda y que la Luna recibía del Sol su luz. Pero, sea de ello lo que quiera, hay quienes afirman que Anaximenes, su discípulo, todavía en 550 antes de J. C. enseñaba que la Tierra era plana, lo mismo que el Sol.

No se crea por este error *respecto de lo general* que en los primitivos tiempos de nuestra civilización fuera escaso el caudal de conocimientos geográficos *concretos*. Homero estaba muy bien informado de la geografía de Grecia y del Norte del archipiélago helénico, lo que no sería de extrañar, si el autor de la *Iliada* y la *Odisea*, y los de los antiguos himnos

que se les atribuyen en honor de los dioses, llevaron una vida errante, como la de los trovadores de la Edad Media que hasta fines del siglo XIV recorrían los castillos y dominios feudales, cantando las proezas de los héroes, las hazañas de las antiguas tradiciones, y, á veces, sus mismos amores y propias aventuras.

La navegación había hecho grandes progresos y descubrimientos muy notables. Tarsis (que se supone existente junto á la antigua Carteia, en el fondo de la bahía de Algeciras y Gibraltar, y donde se han encontrado monedas con la cabeza del Hércules Tirio) se halla citada á menudo en los libros del Antiguo Testamento, como íntimamente ligada con el comercio de los hebreos y de los fenicios. Ofir era ya conocido de los hebreos desde los mismos tiempos de Job (1700 antes de J. C.). Salomón (1033—975), en unión con Hiram, rey de Tiro, envió á Ofir una armada desde Eziongeber, en el mar Rojo, la cual volvió con 420 talentos en oro para Salomón, con mucho sándalo y con multitud de piedras preciosas, según el libro de los Reyes; y con 450 talentos, según el de las Crónicas. Además, Salomón tenía otra flota que cada tres años iba á Tarsis, y volvía con oro y plata, marfil, simios y pavos-reales.

El bronce es conocido desde la antigüedad más remota, pues no parece probable que desde la edad de la piedra pulimentada se pasase sin transición á la del bronce. Pero el estaño, que no se encuentra tan repartido como el cobre, supone un comercio antiquísimo y una navegación regular, sostenida y muy adelantada hace 4 000 años por lo menos, si no 5 000, ó acaso más. El comercio de los fenicios y cartagineses parece que debió extenderse desde la



India hasta el Níger y las islas Casitérides, cuya situación ocultaban los últimos como un secreto nacional y que con toda probabilidad eran las Sorlingas ó pequeñas islas de Scilly, al Sur de Cornualles, y acaso el Cornualles mismo. El comercio de Tiro y de Cartago era inmenso: Tiro cambiaba sus mercancías por perlas, bordados, lanas y sedería, marfil, ébano, resinas, aceites, vinos, hierro labrado, oro, plata, cobre, estaño, plomo, caballos, carneros, cabras...., y cuanto exigía el lujo, más bien que las necesidades de la vida oriental, según la magnífica enumeración del profeta Ezequiel. Cartago sacaba del interior del Africa, oro, piedras preciosas, esclavos negros y elefantes; de Sicilia, aceite y vinos; de Malta, lienzo y paños; del Elba, hierro; de Inglaterra, estaño, y del Báltico, ámbar. *Hasta hay quienes crean* que los cartagineses visitaron las Azores.

Navegantes tan intrépidos, que desde el Oriente del Mediterráneo atravesaban las columnas de Hércules para ir por el Atlántico hacia el Norte hasta las Casitérides y la lejana Tule (las islas Shetland; ó tal vez el Jutland) y hacia el Sur, quizá hasta el Senegal, y que por el mar Rojo bajaban hasta el Golfo Pérsico y la India, no podrían tener el concepto de que la Tierra fuese PLANA, según las nociones que en el mundo griego vemos todavía en los tiempos relativamente modernos del trágico Esquilo.

Pero era necesario para elevarse á la noción de la REDONDEZ de la tierra, el pueblo de eminentes pensadores que dotó á la Humanidad con la ciencia de la extensión.

La Geometría es esencialmente griega.

Que Babilonia y Egipto poseían conocimientos geométricos, lo evidencian sus pirámides, obeliscos, y templos, hoy en ruinas. Pero los conocimientos aislados no son ciencia, y de los unos á la otra va un abismo. Tanto valdría decir que los Egipcios de la dinastía XVIII, hace treinta y seis siglos, profesaban nuestra química actual, porque usaban colores capaces de resistir indefinidamente la acción de los siglos; ó que los actuales japoneses la conocen, porque saben preparar barnices exquisitos; ó que han estudiado astronomía las caravanas árabes que atraviesan el desierto guiándose por las estrellas.

La Geografía Astronómica es, de consiguiente, esencialmente helénica, por lo mismo que lo fué la Geometría. Sin Eratóstenes y sin Hiparco habría sido imposible la geografía real.

Eratóstenes de Cirene (276 antes de J. C.), geómetra, astrónomo, geógrafo, filósofo, gramático y poeta, contemporáneo del prodigioso Arquímedes, y superintendente de la Biblioteca de Alejandría, donde se archivaba el saber de la Fenicia, la Caldea, el Egipto y la Grecia; Eratóstenes que, habiendo perdido la vista, se dejó morir de hambre (según cuentan) por no poder seguir dedicándose al estudio, fué el primero que determinó la distancia entre los trópicos, y que se atrevió, no sólo á demostrar la redondez de la Tierra, sino á intentar su medición por un método excelente. De los datos de su evaluación del arco entre Alejandría y Siena (hoy Assouan), que él creía situados en el mismo meridiano, dió á la to-



tal circunferencia la longitud de 25 000 estadios. Eratóstenes halló el arco de meridiano entre trópicos =  $\frac{11}{83}$  de la circunferencia =  $47^{\circ} 42' 39''$  (!). La Academia francesa, veinte siglos después, lo encontró =  $47^{\circ} 40'$ . Eratóstenes también fué quien primero determinó la oblicuidad de la eclíptica, inventó la esfera armilar, fundó un observatorio, construyó una carta general geográfica, y fijó el lugar de muchas ciudades importantes, en gran parte desconocidas á los Europeos; y, aunque muchos de sus datos son conjeturales, su mapa fué un prodigio para la época.

Hiparco dió medios de medir todos los triángulos planos y esféricos; descubrió la precesión de los equinoccios; confirmó el movimiento del Polo, descubierto por Piteas; marcó la posición de las poblaciones y de los puntos notables del globo por círculos tirados desde los polos perpendicularmente al Ecuador; esto es, por longitudes y latitudes, como ahora (!); determinó la longitud geográfica por la observación de los eclipses, único recurso científico que podía utilizarse en aquel tiempo; y, por medio de la proyección de que Hiparco es autor, formamos todavía nuestros mapas. Ptolomeo, en fin, compiló los trabajos de estos grandes hombres, y de sus tablas geográficas se deduce que el conocimiento del mundo antiguo era ya bastante extenso para la escuela de Alejandria.

Por las tablas de Ptolomeo se ve que conocía las islas Afortunadas (Canarias), pues desde ellas cuenta las longitudes hacia Oriente, y que las costas Occidentales de África se conocían hasta el grado 11, latitud N.

Pero tanto Eratóstenes como Hiparco habrían sido á su vez imposibles sin los grandes geómetras que los precedieron: sin Pitágoras (584 según unos, 608 según otros), feliz demostrador de la igualdad de los cuadrados sobre los catetos con el construido sobre la hipotenusa: sin Tales de Mileto (639 ó 640 antes de J. C.), descendiente de fenicios, uno de los siete sabios, de salud tan vigorosa que á los noventa años pudo asistir á la batalla de Pterio entre Creso y Ciro (547 ó 546) y vivir todavía hasta contar un siglo (lo mismo que sus colegas Solón y Pitaco, según cuenta Luciano), el primero en prever un eclipse (el ocurrido en 585 cuando los ejércitos de Ciaxares, rey de Media, y Alyattes, rey de Lidia, estaban empeñados en dudosa batalla), el primero también de los griegos que descubrió el paso de trópico á trópico, y midió la altura de la gran pirámide de Egipto por la sombra de un gnomón cuando era igual á su altura: sin Anaxágoras (500), maestro de Pericles, Eurípides y acaso Sócrates, condenado, según Montucla, por haber intentado explicar la causa de los eclipses, aunque más probablemente por enseñar que no había generación ni aniquilación, sino simplemente unión temporal de las cosas; por sostener que la Luna no era diosa, sino simplemente un cuerpo que reflejaba luz, y por afirmar que Iris era la luz del Sol reflejada de las nubes: sin Hipócrates de Chio que inventó la cuadratura de las lúnulas: sin Archytas, filósofo, diplomático y general, que acometía problemas como el de la duplicación del cubo, y fabricaba palomas de madera que podían volar algunos instantes, y lograba inventar la polea y hasta el tornillo (?): sin Eudoxio de Cnido (Caria, Asia Menor), que introdujo la esfera en Grecia, fijó el año



solar en 365  $\frac{1}{4}$  días, construyó un observatorio en Cnido en lo alto de un monte, suscitó contra sí los celos de Platón, con quien había estado trece años en Egipto, y dejó obras numerosas, de las cuales tomó largamente el inmortal Euclides: sin Platón, el gran generalizador de los estudios geométricos, y cuyo nombre solamente basta á su historia: sin Euclides, nuestro maestro aún, — de nosotros los géometras del siglo XIX, — maestro de Eratóstenes y de Arquímedes, de Apolonio y de los más eminentes de la escuela de Alejandría: sin la legión, en fin, de pensadores que se dió al estudio de las secciones cónicas, á la invención de curvas de doble curvatura, á la cuadratura de los espacios circulares, á la trisección del ángulo y la duplicación del cubo..... ¡oh! sin tales hombres y sin tales estudios, no habría podido caer en ruinas la noción de la planicidad de la tierra, ni siquiera demostrarse, como una primera aproximación, su redondez, ya vislumbrada por los Pitagóricos y admitida como cosa corriente en los tiempos de Platón.

## EL ASIA DE COLÓN.

---

Como antes queda dicho, los primitivos griegos (Homero, Hesiodo, Anaxímenes.....) creían plana á la tierra. Los grandes géometras griegos (Eratóstenes, Hiparco, la escuela de Alejandría....) demostraban la redondez de nuestro planeta (no su esferoididad).

Pero los conocimientos topográficos algo concretos y precisos, quedaron vinculados en los navegantes (tirios, cartagineses.....), en los mercaderes del Oriente y en los conductores de las caravanas libicas: sólo trascendían á la generalidad las relaciones de algunos viajeros distinguidos (Heródoto, Polibio, Posidonio, etc.)

Heródoto (484—406), el Alejandro Humboldt de la antigüedad, viajó inmensamente; pues los países por él recorridos abarcan 31° de longitud y 24 de latitud. Lo que describe fué, sin duda, examinado personalmente ó recogido de buenas fuentes: visitó á Babilonia y á Ardérica, los países entre el mar Caspio y los golfos de Persia y Arabia, residió en Egipto, estuvo en Escitia y en Tracia y recorrió la Magna Grecia.

Heródoto dice expresamente que “el mar rodea



al África por todas partes, excepto por el istmo que la une al Asia.... En el otoño, los circunnavegantes sembraron tierras en Libia; esperaron á la cosecha; y, recogida, continuaron su navegación, hasta que al cabo de dos años llegaron á las Columnas de Hércules, de donde fueron á Egipto, en el cual desembarcaron al año tercero de la partida. A su regreso, contaron— lo que (dice Heródoto) se me ha hecho difícil de creer— “que al dar la vuelta al África habían tenido al sol á la derecha hacia el Norte.”

Esta dificultad de Heródoto es precisamente la garantía y la prueba de la realidad de la circunnavegación á que se refiere, pues esa circunstancia era imposible de imaginar ni de referir por quien no hubiese pasado verdaderamente la línea equinoccial.

Polibio y Posidonio, modelos todavía, emularon los viajes y escritos de Heródoto.

La escuela de Alejandría continuó reuniendo materiales para completar el sistema de geografía matemática instaurado por Eratóstenes é Hiparco; pero bien poco se agregó en muchísimos años á las compilaciones y sistemas de Ptolomeo, hasta que en el siglo XIV, un suceso de carácter casi personal vino á influir grandemente en la Historia de la Geografía y en el descubrimiento de tierras hasta entonces ignoradas.

---

En 1259 dos mercaderes venecianos, Marco Polo y Niccolo Polo, compraron joyas en Constantinopla, y las llevaron á vender, orillas del Volga, al Khan de los Tártaros occidentales, quien se las pagó muy bien. De allí por el Norte del Mar Caspio fueron á

Bokhara, donde estuvieron tres años aprendiendo el mongol, y en 1264 se unieron á una embajada, que de Persia mandaba un nieto de Gengis á Kublai, el gran Khan de los Mongoles, que entonces gobernaba en Tartaria y en China. Kublai recibió muy bien á los dos venecianos; y, queriendo entrar en relaciones con el Occidente, los envió con cartas para el Pontífice Romano, pidiéndole le enviase cien hombres eminentes en las ciencias y en las artes, para que fuesen maestros de su pueblo. Los Polo volvieron á Venecia á los diez y nueve años de ausencia, pero no pudieron cumplir su encargo, por haber regresado á su patria durante el interregno de casi dos años que medió entre la muerte de Clemente IV y la exaltación al solio pontificio de Gregorio X (Teobaldo Visconti de Piacenza, electo en 1271), que en el Concilio de Lyon de 1274 hizo fijar el modo de elección de los Papas por medio del Conclave. Los Polo, entonces decidieron volverse á Tartaria con un hijo nacido á Niccolo durante su ausencia; pero, noticiosos de la elección de Gregorio X, fueron á verlo en Tolemaida. El Papa hizo que los acompañaran dos dominicos, quienes por miedo, se volvieron; y ellos, los Polo, llegaron al campamento de Kublai en 1275.—Kublai encargó varias comisiones á Marco Polo en India y China, de manera que Marco fué el primer europeo que penetró en China. Al fin formaron los tres Polo parte del acompañamiento de una princesa de la familia de Kublai, que iba á casarse con el rey de Persia, y en 1291 atravesaron la China, se embarcaron en Fo-Kien (?) frente á la isla Formosa, de donde, por el estrecho de Malaca llegaron á Ceilán, y de allí por Ormuz, en el golfo Pérsico, á Teherán. De Tehe-



rán volvieron á Venecia en 1295. Marco Polo hizo testamento en 1323.

Era Nuremberga entonces uno de los principales emporios del comercio europeo, y centro de los más entendidos geógrafos. Éstos, publicados los viajes de Marco Polo, determinaron la extensión de los países que había recorrido el célebre viajero, computando tan exageradamente la vaga estimación de los días empleados en los viajes, que en los mapas y globos nurembergueses, el Asia cubría nada menos que todo el Mar Pacífico, viniendo á caer en las Antillas las playas orientales asiáticas. Es de notar que jamás expresó Marco Polo el número de horas que tenían sus días de marcha, y que los geógrafos alemanes, computando muy mal los datos del famoso griego Eratóstenes, consideraban á la tierra mucho menor de lo que es. Este error de la escuela de Nuremberga fué el tendón de Aquiles de la argumentación de Colón para considerar como camino más corto al Asia el que, tras tantas luchas y contradicciones, logró al cabo emprender, navegando hacia Oeste; error en el cual persistió con tal ceguera el insigne navegante, que murió creyendo, no haber descubierto un Nuevo Continente, sino haber tomado tierra en el Oriente asiático.

La escuela de Nuremberga, cuyos errores había abrazado el gran Colón, le privó, por otro error insigne, de los honores del gran descubrimiento del Nuevo Mundo; porque las noticias de este colosal acontecimiento llegaron á los geógrafos alemanes juntamente con los nombres de Colón y Américo Vespucio tan indecisas y confusas, que los alemanes tomaron á Vespucio por el verdadero descubridor.

¡Qué lento es el progreso! Así en veinticinco siglos desde las ideas de la planicidad de la tierra, sólo había conseguido adelantar la Humanidad hasta llegar á las ideas de la redondez del globo, y á tener un concepto del Asia tan distante de la verdad, como el del radió de la esfera entonces admitido.

Colón todavía halló en contra de sus proyectos las opiniones de Lactancio y San Agustín, sobre la imposibilidad de la existencia de los antípodas; si bien Colón tenía en favor de sus opiniones, no solamente la autoridad del cardenal Aliaco, que en 1416 asistió al Concilio de Constanza, y cuyo tratado de Cosmografía era tan familiar á Colón cuanto que lo tenía lleno de anotaciones de su puño y letra, sino también la autoridad de su contemporáneo Toscanelli, físico y geógrafo de Florencia, cuya interesantísima correspondencia con Colón nos ha conservado el filántropo dominico, honor de España y bienhechor de los indios, Fray Bartolomé de las Casas.

---

¿Por qué tanta lentitud? Porque la ciencia no realiza sus pasmosos adelantos sin medios exactos de medir. ¿Qué cómputo serio puede hacerse fundado en *días de marcha*, sin llevar siquiera en cuenta si los días son largos ó cortos?, ¿ó calculando el paso de los camellos, como en tiempos de Almanún?, ¿ó por el número de las vueltas de un carruaje, como hizo Fernel al principio del siglo XIV?

Los antiguos no tuvieron medios adecuados de medir las distancias angulares. Colón fué de los primeros en aplicar el astrolabio á la navegación. Hasta que Ramsden inventó en 1766 la máquina de divi-



dir, perfeccionada en 1776, las indicaciones de los sextantes no merecían confianza dentro de cinco minutos de grado, lo que podía dejar una duda de cincuenta leguas náuticas. El error de los grandes instrumentos de Ramsden no llegaba á dos segundos y medio, aproximación entonces admirable.

Ni tampoco hubo medios de medir, aproximadamente siquiera, el segundo de tiempo, hasta que el péndulo (semejante á una plomada) se usó como perpendicular. Faltaban reglas auténticas. Ni aun siquiera existían prototipos de medir. ¿Qué mucho que el estado general de la ignorancia fuese como una petrificación? ¿Cómo medir la tierra sin medidas?

## SECCIÓN CUARTA.

---

LAS HIPÓTESIS.

NON PLUS ULTRA.